

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE CURA PARA O CONCRETO PRÉ-MOLDADO

Erlucivânia Bueno da Silva¹¹
Laryssa Nogueira Borges²
Alan Gonzaga De Castro²
Guilherme Alves De Oliveira²
Jackeliny Stephanie Alves Tome²
Thyago Cirqueira Da Silva²

RESUMO

As estruturas de concreto pré-moldado são constituídas por elementos estruturais (pilares, vigas, lajes e outros) moldados fora de seu local de utilização definitivo. Em todo o processo de fabricação do elemento pré-moldado faz-se necessário um bom controle de qualidade, e uma boa escolha de métodos e materiais, começando pela dosagem do concreto até a escolha da cura ideal. Usualmente na construção civil, as peças pré-moldadas são liberadas para desforma no primeiro dia após a concretagem. Para que as peças possam ser transportadas é necessário que se tenha a resistências mínima especificada em projeto. Este trabalho visa analisar a influência do tipo de cura na resistência à compressão de um concreto pré-moldado. Foram moldados 40 corpos de prova separando-os em lotes e expondo-os a cinco diferentes métodos de curas: ambiente, ambiente com molhagem, abafamento, abafamento com molhagem e imersão. Considerando a facilidade de execução do processo de cura e a evolução das resistências à compressão, as curas ambientes com abafamento e abafamento com molhagem proporcionaram os melhores resultados.

Palavras-chave: Pré-moldado, cura, resistência à compressão.

CURE'S INFLUENCE FOR PRECAST CONCRET

ABSTRACT

Precast concrete structures are made up of structural elements (columns, beams, slabs and others) cast out of their definitive place of use. Throughout the manufacturing process of the precast element, good quality control and a good choice of methods and materials are required, starting with the dosage of the concrete until the choice of the ideal cure. Usually in construction, precast parts are released for deformation on the first day after concreting. For the parts to be transported it must have the minimum strength specified in the design. This work aims to analyze the influence of the type of cure on the compressive strength of a precast concrete. Forty specimens were molded into batches and exposed to five different cure methods: environment, wet environment, muffling, wet damping and soaking. Considering the ease of execution of the curing process and the evolution of compressive strengths, dampening and dampening wet cures provided the best results.

Keywords: Precast, cure, compressive strength.

Recebido em 07 de janeiro de 2020. Aprovado em 03 de março de 2020.

¹¹ Engenheira Civil, Mestrado em Estruturas pela UFG – Doutorando em Estruturas pela UFG.

² Graduado em Engenharia Civil –Universidade Paulista – Campus Flamboyant.

INTRODUÇÃO

Estruturas executadas em concreto armado são usuais na construção civil. No entanto, essas obras geralmente apresentam baixo controle de qualidade, gasto excessivo de materiais e pouca produtividade. Em virtude disso, novas técnicas de construção que visam equilibrar o custo-benefício e a velocidade de execução da obra são continuamente incorporadas ao mercado. A utilização da pré-moldagem busca redução do tempo de obra, economia de escala, otimização dos elementos estruturais, limpeza do canteiro, eliminação de cimbramentos e agilidade da produção.

Segundo El Debs (2000), o concreto pré-moldado no Brasil é pouco explorado. Dentre os motivos tem-se: instabilidade econômica, que dificulta o planejamento e os investimentos em longo prazo, a falta de conhecimento de alternativas em concreto pré-moldado e escassez de oferta de equipamentos.

O concreto é um material heterogêneo resultante da mistura de aglomerantes (cimento), agregados e água devidamente dosados sendo um grande aliado para o desenvolvimento da construção civil, devido ao seu fácil manuseio e sua matéria prima em abundância. O concreto fresco molda-se as formas e dimensões das fôrmas por possuir consistência plástica e quando endurecido possui alta resistência à compressão (HELENE, 2009).

A cura do concreto é um conjunto de medidas que visa evitar a rápida evaporação da água de hidratação do cimento, sendo essa última responsável pela pega e endurecimento. A finalidade da cura é manter o concreto o mais saturado possível para que os espaços inicialmente ocupados pela água sejam preenchidos pelos produtos de hidratação do aglomerante (NEVILLE, 1997).

O processo da cura do concreto influencia a resistência adquirida pelo concreto principalmente nos seus primeiros dias. Diante disso o presente trabalho busca realizar uma análise da interferência dos procedimentos de cura na resistência à compressão axial do concreto submetendo quarenta corpos de prova, divididos em cinco lotes - provenientes do mesmo traço de concreto, a cinco métodos de cura: ambiente, molhagem, abafamento, abafamento com molhagem e imersão, visando obter a cura com a qual o concreto atinja a resistência mínima à compressão requerida pelo projeto, no menor tempo (menor idade), o que permite então, a liberação da peça para desforma, transporte e utilização na obra, agilizando um mercado promissor, que é o ramo dos pré-moldados dentro da construção civil.

Concreto pré-moldado

Segundo Vasconcellos (2002) o elemento pré-moldado é caracterizado por ter sua fabricação em um local fora da sua posição final na construção, entretanto apenas por essa característica é fácil cometer o erro de relacioná-lo ao pré-fabricado.

Uma peça pré-fabricada, de acordo com a NBR 9062/2017 (ABNT, 2017), é produzida em uma fábrica ou instalações adequadas com recursos para garantir a qualidade da peça, dispondo de pessoal, organização de laboratório e demais instalações para controle de qualidade, que devem abranger todas as etapas de fabricação da peça, começando pela confecção das armaduras e formas até o transporte e montagem, passando pelo amassamento e lançamento do concreto. Essas peças devem ser catalogadas individualmente ou por lotes de produção, onde conste a data de fabricação, tipos de aço e concreto utilizados além das assinaturas dos responsáveis de cada etapa. As peças pré-moldadas perdem esse rigor na sua produção, sendo fiscalizadas pelo próprio construtor, dispensando assim o uso de laboratórios.

As principais vantagens do uso de elementos pré-moldados segundo Brumatti (2008) estão relacionadas a seguir: Qualidade: devido ao controle de qualidade na produção das peças pré-moldadas, as obras que as utilizam elevam o padrão se comparada com as obras convencionais. Tempo de construção: uma obra pré-moldada garante maior velocidade na construção, devido a opção

de produzir peças em grande escala e com antecedência. Por exemplo, podem ser fabricados pilares e vigas pertencentes ao 5º pavimento, enquanto o 3º pavimento está sendo construído. Precisão dimensional: em uma obra pré-moldada tem-se uma precisão milimétrica, o que evita qualquer tipo de adequação na obra, fato recorrente em obras convencionais devido à disparidade entre medidas de projeto e medidas in loco. Reutilização: apesar de não ser uma característica muito utilizada, as peças pré-moldadas podem ser remanejadas, essa característica é importante devido à necessidade de rearranjo de espaços já construídos. Organização da obra: a qualidade mais visível no emprego da pré-moldagem deriva-se do menor acúmulo de resíduos gerados pelo desperdício de matéria prima, garantindo uma maior limpeza e organização no canteiro de obra, uma obra mais racionalizada e com menor agressão ao meio ambiente. Vida útil: devido ao controle de qualidade que é realizado durante todas as etapas de produção das peças pré-moldadas, tem-se uma maior vida útil da obra. Viabilidade econômica: o uso de elementos pré-moldados proporciona uma grande economia para a obra se comparada a outros métodos de construção, pois há uma redução significativa no tempo de construção da obra, garantindo uma economia em mão de obra e despesas com maquinário.

De acordo com Brumatti (2008) as estruturas executadas com peças pré-moldadas também possuem algumas desvantagens, se comparadas aos métodos de construção mais utilizados. Entre elas pode-se citar: Custo inicial: as peças pré-moldadas possuem um custo inicial superior aos outros tipos de construção, sendo necessário fazer uma análise do valor da mão de obra, tempo de execução e outros fatores, para que a escolha do tipo de obra seja mais econômica. Popularidade: apesar do uso crescente na construção civil os elementos pré-moldados ainda não são totalmente aceitos pelo mercado. Mão de obra: devido à grande fiscalização para garantir a qualidade da peça, o valor da mão de obra para a execução de peças pré-moldadas é elevado. Transporte: como os elementos pré-moldados não são produzidos na sua posição final na estrutura, há a necessidade de transporte, o que pode aumentar os custos da obra.

Processo construtivo

De acordo com Melo (2007) o processo de produção do pré-moldado segue passos esquemáticos. A Figura 1 apresenta resumidamente as etapas.



Fonte: Melo, 2007- adaptado.

O controle tecnológico da armação e das fôrmas é regido pela NBR 9062/2017 (ABNT, 2017) e tem por objetivo garantir que o projeto estrutural seja executado, desde as bitolas, cortes e dobras até o espaçamento no caso da armação e escolha ideal do material da fôrma, dimensões e locais onde as mesmas são apoiadas para evitar deformações. No caso do concreto aplica-se também a ABNT NBR 6118/2014 (ABNT, 2014) que regulariza os projetos e a execução de estrutura de concreto armado.

Para o dimensionamento dos elementos estruturais é necessário levar em consideração as forças atuantes no estado final da peça assim como as diversas forças que atuam durante todo seu processo de fabricação devendo-se verificar os esforços existentes durante a desforma, o manuseio da peça, a estocagem (podendo ou não existir peças empilhadas), e o transporte da peça até seu destino final.

Visando evitar a ocorrência de problemas na peça é necessário a constante observação da resistência à compressão do elemento. De acordo com a análise do projetista determina-se a resistência à compressão mínima ideal para cada etapa do processo sendo usual 10 MPa para a

desforma das peças e 15 MPa para movimentação das mesmas. Segundo a NBR 9062/2017 (ABNT, 2017) não se admite a liberação das peças pretendidas com uma resistência inferior a 21 MPa, a resistência final necessária também é definida no projeto.

Cura

A cura é um conjunto de procedimentos que promovem a hidratação da pasta de cimento controlando a temperatura de hidratação e evitando a evaporação prematura da água. Os processos de cura têm como objetivo: evitar a evaporação precoce da água, mantendo o concreto saturado, ou mais próximo possível dessa condição; garantir a temperatura necessária, durante tempo suficiente, para alcance do nível de resistência desejado, e também minimizar os efeitos de retração, reduzindo a ocorrência de fissuras.

Segundo Neville (1997) a necessidade de cura está relacionada ao fato de que a hidratação da pasta de cimento pode ocorrer somente em capilares preenchidos com água, tendo que haver a prevenção da perda de água pelos poros.

Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais visando evitar a perda de água pela superfície exposta, assegurar uma superfície com resistência adequada e garantir a formação de uma capa superficial durável.

De acordo com a ABNT NBR 14931/2004 (ABNT, 2004) os agentes deletérios que mais ocorrem no concreto no início da vida são: mudança brusca de temperatura, secagem, chuva forte, água torrencial, congelamento, agentes químicos, bem como choques e vibrações de intensidade tal que possam produzir fissuras na massa de concreto ou prejudicar a sua aderência à armadura.

Métodos de cura

Existem diversos métodos para realizar a cura do concreto podendo eles ser divididos em: cura úmida, cura física, cura química e cura térmica.

Cura térmica

A cura térmica tem como principal objetivo tornar o processo de cura mais rápido visando atingir a resistência mínima especificada em projeto em menor tempo, o que permite o uso mais frequente de formas e leitos de equipamentos de cura, reduzindo assim as áreas destinadas a estocagem (CAMARINI, 1995).

Segundo El Debs (2000), o processo da cura térmica é procedido por: Vapor atmosférico;

- Vapor e pressão (autoclave); Circulação de água em tubos junto às formas; Resistência elétrica;

Na cura térmica a vapor atmosférico, a temperatura varia entre 40 °C e 100 °C, sendo a forma de cura térmica mais utilizada em peças pré-moldadas.

Para atender as exigências da NBR 9062/2017 (ABNT, 2017), a cura térmica deve ser controlada de forma criteriosa a fim de garantir a qualidade da peça, devendo ser consideradas os seguintes itens que são estabelecidos por meio de ensaios: Tempo de espera: período entre o fim da concretagem e o início da aplicação de calor; Velocidade máxima da elevação de calor; Temperatura máxima; Tempo de aplicação de calor; Esfriamento: período que ocorre a diminuição da temperatura. Deve-se também considerar o fator água/cimento, tipos de aglomerantes, agregados e aditivos, além da resistência mínima desejada.

Cura química

A cura química é uma técnica que consiste na aplicação de produto químico sobre a superfície do concreto, tendo por finalidade não deixar o concreto desidratar, formando uma membrana na superfície do concreto, e obtêm processo de secagem sem formação de fissuras e perda de resistência (BAUER, 2016). É um método utilizado em grandes superfícies, como pavimentos de concretos,

pistas e pátios de aeroporto, e em superfícies verticais como paredes de concreto, com a finalidade de manter a peça de concreto o mais saturada possível.

Para que se tenha uma economia na realização desse tipo de cura, deve se levar em consideração a marca do agente de cura, a área concretada e as condições meteorológicas. Para alcançar a eficiência desejada, deve-se ter uma aplicação bem distribuída e controlada, para que suas propriedades de cura possam ser cumpridas. Devido ao seu custo reduzido, a cura química está sendo cada vez mais utilizada nas obras, até mesmo residenciais.

Os agentes de cura são produtos com bases químicas capaz de prevenir a perda de água do concreto, podendo ser de dois tipos: Agentes formadores de película: O produto quando aplicado forma uma película superficial no concreto. Agentes não formadores de película: Este produto atua na região interna do concreto, e por possuir em sua base silicatos, penetra na capilaridade do concreto, reagindo com os hidróxidos de cálcio. Por ser algo que ocorre na parte interna do concreto, o agente não forma película.

Cura por imersão

A cura por imersão consiste na imersão completa da peça evitando o contato com qualquer outra superfície, protegendo de agentes agressivos externos, perda de umidade e retrações. Quando se utiliza este tipo de cura é necessário se atentar a temperatura, mantendo-a próxima aos 25°C, pois mudanças de temperatura podem causar fissuras.

Cura por molhagem

A cura por molhagem consiste em umedecer o concreto durante o tempo estabelecido. Para obter uma cura eficiente é necessário que o concreto esteja em contato com a água continuamente (BAUER, 2016).

A molhagem pode ser realizada por espalhamento, com pulverizadores ou mangueiras. Outra forma de realizar a cura é utilizando sacos de aniagem, sacos de cimento, colchões de areia e de serragem, que devem ser periodicamente umedecidos impedindo a saída prematura da água e evitando o contato direto da água com a superfície de concreto.

Inicia-se o procedimento de molhagem quando ocorrer o endurecimento superficial da estrutura de concreto (uma a quatro horas após a aplicação). O processo de molhagem deve ser realizado no mínimo três vezes ao dia.

METODOLOGIA

A Figura 2 apresenta um fluxograma das etapas de trabalho.



Fonte: Autores.

Para a realização da pesquisa obteve-se uma parceria com uma empresa de pré-moldado da região de Goiânia que doou o concreto. Os procedimentos para moldagem e cura dos corpos de prova obedeceram aos critérios estabelecidos na NBR 5738/2015 (ABNT, 2015). O ensaio de compressão dos corpos cilíndricos seguiu as especificações da NBR 5739/2018 (ABNT, 2018).

A identificação dos corpos de prova foi realizada considerando os tipos de cura e a idade de ruptura, sendo assim os mesmos foram separados em cinco lotes com oito exemplares em cada. Para a nomeação segundo os tipos de cura foram utilizados números: 1- para a cura ambiente, 2- para a cura com molhagem, 3- para a cura por abafamento, 4- para a cura por abafamento com molhagem e 5- para cura por imersão. Visando diferenciar os dias de rompimento, a identificação dos corpos de prova foi complementada utilizando as letras: 1 - A e B para o rompimento com um dia, 2 - C e D para o rompimento com três dias, 3 - E e F para o rompimento com sete dias, 4 - G e H para o rompimento com 28 dias.

A Tabela 1 apresenta a identificação dos corpos de prova.

Tabela 1 - Identificação dos corpos de prova								
Tipo de cura	Ruptura com 01 dia		Ruptura com 03 dias		Ruptura com 07 dias		Ruptura com 28 dias	
Ambiente	C1-A	C1-B	C1-C	C1-D	C1-E	C1-F	C1-G	C1-H
Molhagem	C2-A	C2-B	C2-C	C2-D	C2-E	C2-F	C2-G	C2-H
Abafamento	C3-A	C3-B	C3-C	C3-D	C3-E	C3-F	C3-G	C3-H
Abafamento com molhagem	C4-A	C4-B	C4-C	C4-D	C4-E	C4-F	C4-G	C4-H
Imersão	C5-A	C5-B	C5-C	C5-D	C5-E	C5-F	C5-G	C5-H

Fonte: Autores.

A identificação dos corpos de prova foi realizada com etiquetas contendo o tipo de cura, o nome do CP (corpo de prova), a data e horário da moldagem, sendo complementada com a marcação com giz de cera, dos respectivos nomes na lateral (Figura 3).

Figura 3 - Identificação dos corpos de prova tipo C1 com giz de cera



Fonte: Autores.

A Tabela 2 apresenta o traço do concreto utilizado na moldagem dos corpos de prova com resistência característica à compressão especificada em 40 MPa considerando 0% de umidade dos agregados.

Tabela 2 - Traço do concreto de fck 40 MPa (por m³)

Cimento CPIIF-40 (kg)	Metacaulim (kg)	Aditivo (L)	Água (L)	Areia artificial (kg)	Areia natural (kg)	Brita 0 (kg)	Brita 1 (kg)
380	39,9	2,47	186	411	345	320	659

Fonte: Empresa de pré-moldado da região de Goiânia, 2019.

Após o teste de abatimento do concreto (Figura 4-a) realizou-se a moldagem dos CPs (Figura 4- b), sendo desmoldados no dia seguinte a concretagem. Os processos de cura realizados nos CPs foram:

- Cura ambiente para o CP1 (Figura 4-c) – não houve qualquer mudança de exposição a agentes ou formadores de película;
- Cura por molhagem para o CP2 (Figura 4-d) – foi realizada a molhagem dos CPs durante os três primeiros dias, três vezes ao dia;
- Cura por abafamento para o CP3 (Figura 4-e) – houve o abafamento total do lote com lona durante os três primeiros dias;
- Cura por abafamento com molhagem para o CP4 – foi realizado o abafamento dos CPs com lona e molhagem três vezes ao dia;
- Cura por imersão para o CP5 (Figura 4-f) – houve a imersão total dos CPs após a desmoldagem (os CPs rompidos no primeiro dia não foram imergidos).
- As rupturas dos corpos de prova por compressão axial (Figura 5) foram realizadas nas idades de um, três, sete e 28 dias, sendo rompidos dois CPs de cada lote por dia de ruptura. Os ensaios foram realizados na máquina MCT 200T da LR Equipamentos que possui prensa eletro hidráulica servo-hidráulica e computadorizada. A máquina possui calibração na faixa de 20000 kgf a 200000 kgf sem substituição da célula de carga.

Figura 4 – Etapas do processo de moldagem e curas dos corpos de prova



(a) Teste de abatimento



(b) Adensamento do corpo de prova



(c) Cura ambiente – CP1



(d) Cura por molhagem – CP2



(e) Cura por abafamento – CP3



(f) Cura por imersão – CP5

Fonte: Autores.

Figura 5 – Ensaio de ruptura do corpo de prova



Fonte: Autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a realização dos ensaios nas respectivas idades, foram obtidas as forças de ruptura de cada CP sendo posteriormente divididas pela área da superfície em contato com a prensa para se obter a tensão última em MPa. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resistências à compressão de prova (em MPa)

Tipo de cura	Ruptura com 01 dia		Ruptura com 03 dias		Ruptura com 07 dias		Ruptura com 28 dias	
	A	B	C	D	E	F	G	H
Ambiente-CP1	23,68	26,43	28,75	29,51	31,02	29,83	34,53	39,13

Molhagem-CP2	21,43	19,52	35,66	34,19	29,28	28,62	38,67	31,68
Abafamento - CP3	23,80	19,21	29,50	32,57	46,36	36,11	45,39	43,35
Abafamento com molhagem - CP4	24,78	20,80	32,70	27,87	31,17	31,07	39,43	44,74
Imersão - CP5	20,3	20,84	25,53	28,25	37,59	38,68	47,58	51,11

Fonte: Autores.

Observando a Tabela 3 e atendendo as especificações da NBR 5739/2018 (ABNT, 2018) considerou-se o maior valor de resistência entre os dois corpos de prova para cada cura e idade conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores de resistências à compressão para cada lote de prova (em MPa)

Tipo de cura	Idade (dias)			
	01	03	07	28
Ambiente-CP1	26,43	29,51	31,02	39,13
Molhagem-CP2	21,43	35,66	29,28	38,67
Abafamento - CP3	23,8	32,57	43,36	45,39
Abafamento com molhagem - CP4	24,78	32,7	31,17	44,74
Imersão - CP5	20,84	28,25	38,68	51,11

Fonte: Autores.

Analisando os dados apresentados na Tabela 4, observa-se que todos métodos de cura apresentaram resistências maiores que 15 MPa no primeiro dia após a concretagem o permite que as peças pré-moldadas sejam liberadas para desforma e transporte.

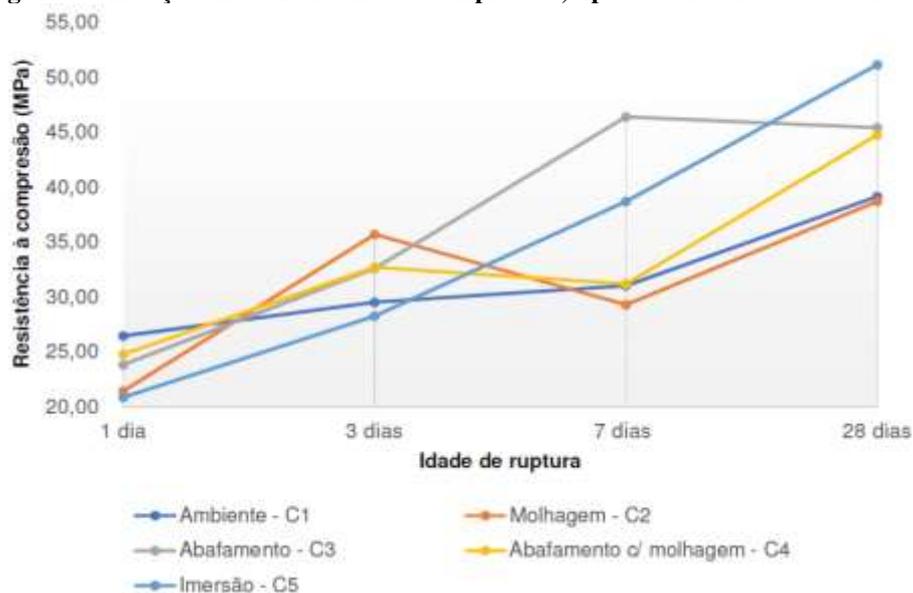
A cura ambiente é bastante utilizada quando se requer menores exigências de desempenho para o concreto (Tango, 1994). Essa afirmação ainda pode ser considerada como justificativa ao presente trabalho, levando em conta que o corpo de prova exposto a esse tipo de cura não atendeu a exigência de resistência do concreto aos seus 28 dias (40 MPa).

No sétimo dia, a maior resistência à compressão foi obtida utilizando o método de cura por abafamento (43,36 MPa). Segundo Terzian (2005) esse tipo de cura é utilizado para acelerar as reações de hidratação do cimento com o objetivo de obter ganhos de resistências mecânicas nas primeiras idades.

Verifica-se na Tabela 4 que a maior resistência aos 28 dias corresponde a cura por imersão. De acordo com Bauer (2016) esse é o método de cura ideal para obter maiores resistências mesmo não sendo o mais usual.

Com a análise dos resultados da Tabela 4 obteve-se o gráfico apresentado na Figura 6. Nota-se, que nas idades de 1, 3, 7 e 28 dias, as maiores resistências à compressão obtidas foram respectivamente curas; ambiente, ambiente com molhagem, abafamento e imersão.

Figura 6 – Relação entre a resistência à compressão, tipo de cura e idade do concreto



Fonte: Autores.

Analisando o ganho de resistência durante as idades iniciais do concreto, percebe-se que a cura por imersão apresentou o maior aumento de resistência (145,25%) em relação ao primeiro dia, no entanto, esse tipo de cura não seria indicado para as peças protendidas devido a desforma na idade de um dia.

CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou analisar a influência do tipo de cura na resistência à compressão de elementos pré-moldados visando identificar qual método proporciona maior resistência nas primeiras idades do concreto uma vez que ao atingir a resistência mínima especificada em projeto para cada etapa, a peça pode ser liberada para manuseio e transporte com menor risco do aparecimento de patologias.

Considerando a evolução das resistências, seus valores aos 28 dias e os procedimentos para realizar as curas, os métodos com abafamento e abafamento com molhagem são as curas mais indicadas pois são de fácil execução, principalmente se comparados ao método de cura por imersão e ainda atingem resistência satisfatórias nas primeiras idades o que permite desforma, manuseio e transporte garantindo agilidade na produção das peças pré-moldadas.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5739: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura do corpo-de prova**. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção 1**. Editora LTC 5ª Ed. Rio de Janeiro, 2016.
- BRUMATTI, D. O. **Uso de pré-moldado – estudo e viabilidade**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- CAMARINI, G. **Desempenho de misturas de cimento Portland de escória de alto-forno submetidas à cura térmica**. Tese (Doutorado). EPUSP. Escola Politécnica de Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.
- EL DEBS, M.K. **Concreto pré-moldado: Fundamentos e Aplicações**. São Carlos: EESC-USP, 2000.
- HELENE, P., **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. Ed. Pini, São Paulo, 2009.
- MELO, Carlos Eduardo Emrich. **Manual munte de projetos em pré-fabricados de concreto**. 2. ed. São Paulo, SP: Pini, 2007.
- NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto**. Editora Bookman. 2.ed Porto Alegre, 1997.
- TANGO, Carlos E. de S. **Fundamentos de dosagem de concreto para blocos estruturais**. (Internacional Seminar ON Structural Mansory For Developing Countries) – IPT: São Paulo, 1994.
- TERZIAN, P. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realização – Concreto para Estruturas Pré Fabricadas**. v. 2, ed. G. C. Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005. 1579p.
- VASCONCELOS, A.C., **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III. Studio Nobel. São Paulo, 2002.